



INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(51) International Patent Classification⁶ :

G02F 1/1335

A1

(11) International Publication Number:

WO 96/37806

(43) International Publication Date:

28 November 1996 (28.11.96)

(21) International Application Number: PCT/US96/07527

(22) International Filing Date: 23 May 1996 (23.05.96)

(30) Priority Data:

08/447,522

23 May 1995 (23.05.95)

US

(71) Applicant (for all designated States except US): THE BOARD OF REGENTS OF THE UNIVERSITY OF COLORADO [US/US]; 914 Broadway, Boulder, CO 80309 (US).

(72) Inventor; and

(75) Inventor/Applicant (for US only): SHARP, Gary, D. [US/US]; 5251 Olde Stage Road, Boulder, CO 80302 (US).

(74) Agents: LANGFORD, Alison, A. et al.; Greenlee, Winner and Sullivan, P.C., Suite 201, 5370 Manhattan Circle, Boulder, CO 80303 (US).

(81) Designated States: AU, CA, CN, JP, KR, RU, SG, US, European patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

Published

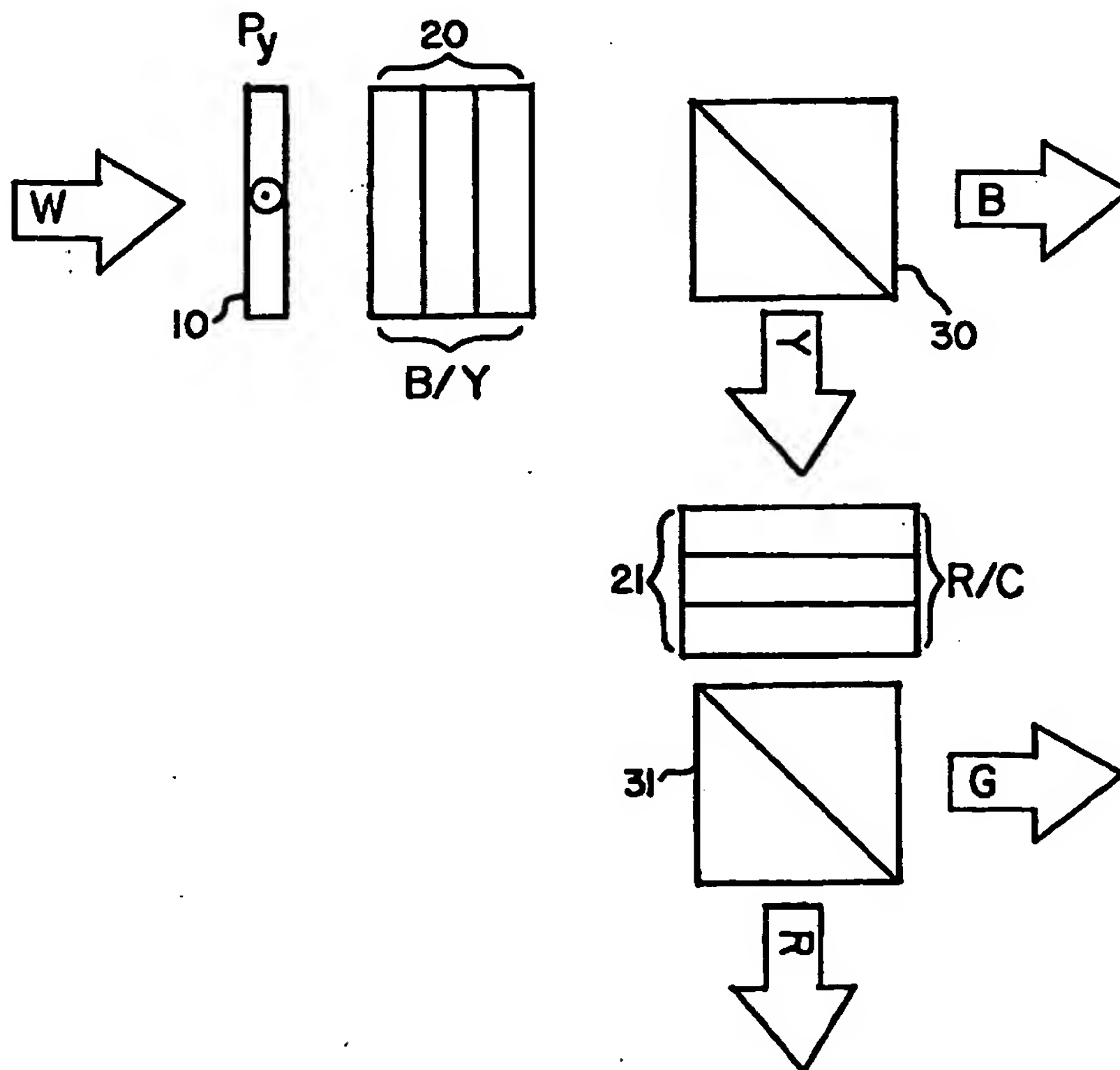
With international search report.

Before the expiration of the time limit for amending the claims and to be republished in the event of the receipt of amendments.

(54) Title: COLOR POLARIZERS

(57) Abstract

This invention provides a complementary color polarizer using a single polarizing film (10) followed by a stack of two or more retarders (20 and 21). In a preferred embodiment, the color polarizers produce orthogonally polarized complementary primary colors. This invention further provides color filters (30 and 31) which utilize the color polarizers of this invention in combination with a polarization separator to separate orthogonally polarized colors.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表平11-504441

(43) 公表日 平成11年(1999) 4月20日

(51) Int.Cl.^a
 G 0 2 F 1/1335
 G 0 2 B 5/20
 5/30

識別記号

5 0 5

1 0 1

F I

G 0 2 F 1/1335

5 0 5

G 0 2 B 5/20

1 0 1

5/30

審査請求 有 予備審査請求 有 (全 97 頁)

(21) 出願番号 特願平8-535870
 (86) (22) 出願日 平成8年(1996) 5月23日
 (85) 翻訳文提出日 平成9年(1997) 11月25日
 (86) 国際出願番号 PCT/US 96/07527
 (87) 国際公開番号 WO 96/37806
 (87) 国際公開日 平成8年(1996) 11月28日
 (31) 優先権主張番号 08/447, 522
 (32) 優先日 1995年5月23日
 (33) 優先権主張国 米国 (US)
 (81) 指定国 EP(AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, L U, MC, NL, PT, SE), AU, CA, CN, J P, KR, RU, SG, US

(71) 出願人 ザ ボード オブ リージェンツ オブ
 ザ ユニヴァーシティ オブ コロラド
 アメリカ合衆国 80301 コロラド州 ボ
 ールダー アイリス アヴェニュー 3101
 スイート 250
 (72) 発明者 シャープ, ゲイリー, ディー.
 アメリカ合衆国 80302 コロラド州 ボ
 ールダー オールド ステージ ロード
 5251
 (74) 代理人 弁理士 谷 義一 (外3名)

(54) 【発明の名称】 カラー偏光子

(57) 【要約】

本発明は、単一の偏光フィルム (10) と、これに続く2またはそれ以上のリターダのスタック (20および21) とを有する補色カラー偏光子を提供する。好適な実施例においては、カラー偏光子は、直交する方向に偏光した補色原色を生成する。本発明は、さらに、偏光セパレータと組み合わせて本発明のカラー偏光子を利用して直交する方向に偏光された原色に分解するカラーフィルタ (30および31) を提供する。

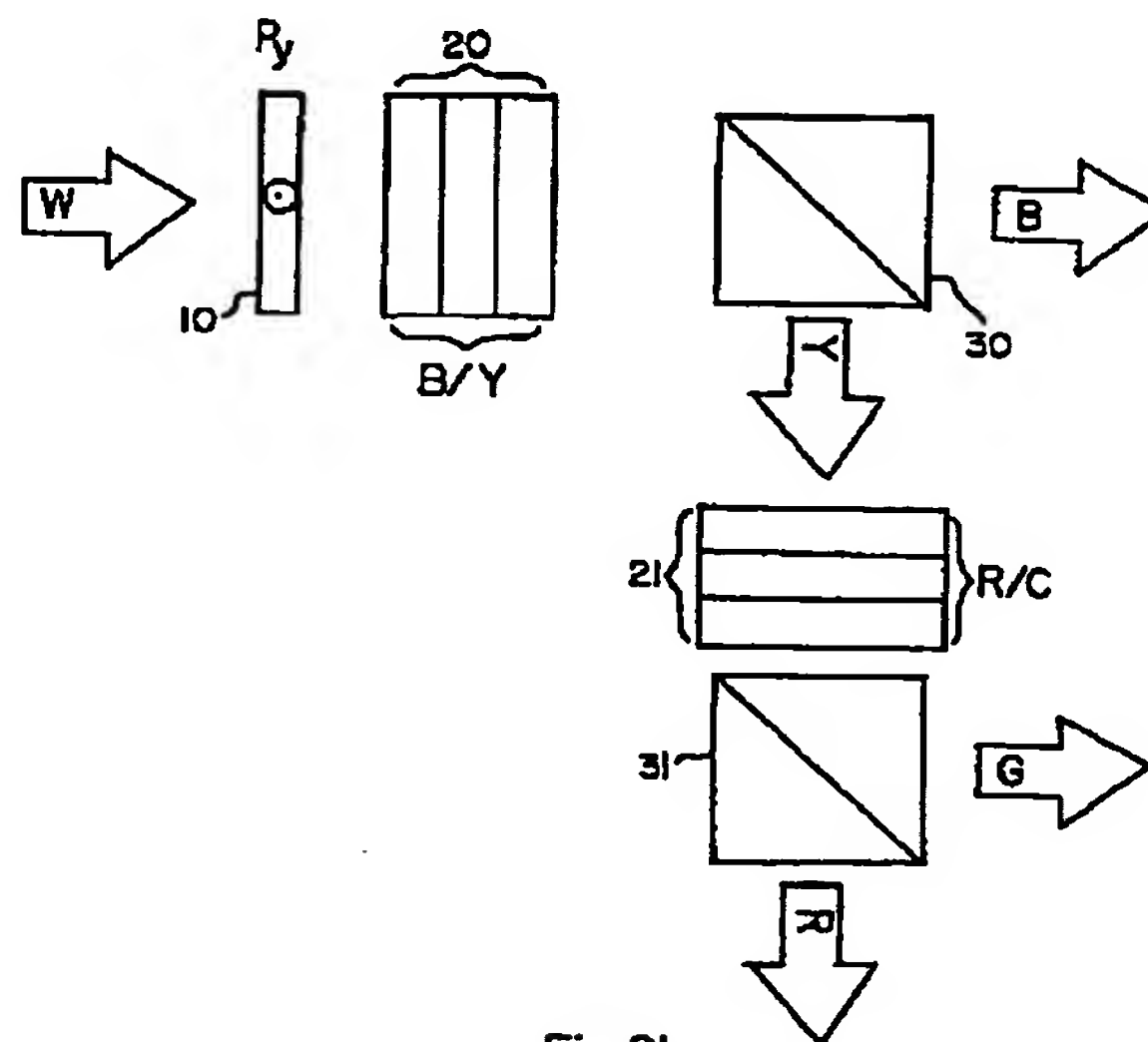


Fig. 21

【特許請求の範囲】

1. 補色カラー偏光子であって、

第1の直線偏光子と；

2つまたはそれ以上のリターダを有し、前記偏光子に対して連続して配置される第1のリターダスタックとを具備し、

前記リターダの数 N 、前記リターダのリターダンスおよび配向が、第1の加法混合原色スペクトルが第1の偏光軸に沿って透過され、且つ補色の第1の減法混合原色スペクトルが第2の直交する偏光軸に沿って透過されるようになっていることを特徴とするカラー偏光子。

2. 請求項1に記載のカラー偏光子において、前記リターダの次数が、前記加法混合原色スペクトルが可視スペクトル領域に単一通過帯域を含むに十分に広いことを特徴とするカラー偏光子。

3. 請求項2に記載のカラー偏光子において、前記リターダの次数が、可視スペクトル領域で前記単一通過帯域を与える極小であるよう選択されることを特徴とするカラー偏光子。

4. 請求項1に記載のカラー偏光子において、前記リターダの数、前記リターダのリターダンスおよび配向が、前記第1の加法混合原色スペクトルが略方形波であるようになっていることを特徴とするカラー偏光子。

5. 請求項4に記載のカラー偏光子において、前記略方形波が、一つを超える通過帯域極大および一つを超える阻止帯域極小を含んでいることを特徴とするカラー偏光子。

6. 請求項5に記載のカラー偏光子において、前記略方形波の遷移帯域スロープが、70 nmより小さいことを特徴とするカラー偏光子。

7. 請求項5に記載のカラー偏光子において、前記遷移帯域スロープが、50 nmより小さいことを特徴とするカラー偏光子。

8. 請求項5に記載のカラー偏光子において、前記略方形波が、2つを超える通過帯域極大および2つを超える阻止帯域極小を含むことを特徴とするカラー偏光子。

9. 請求項1に記載のカラー偏光子において、前記リターダの数、前記リターダのリターダンスおよび配向が、ソルク(Solc)設計に基づくことを特徴とするカラー偏光子。

10. 請求項9に記載のカラー偏光子において、前記リターダが半波長リターダであり、前記リターダの配向が、 $\alpha = \pi / 4 N$ の、 $+\alpha$ および $-\alpha$ の間のサインで変換することを特徴とするカラー偏光子。

11. 請求項10に記載のカラー偏光子において、前記リターダが、多次数半波長リターダであることを特徴とするカラー偏光子。

12. 請求項9に記載のカラー偏光子において、前記リターダは全波長リターダであり、前記リターダの配向が、 $\alpha = \pi / 4 N$ で、 α 、 3α 、 5α 、 $\dots(2N-1)\alpha$ であることを特徴とするカラー偏光子。

13. 請求項12に記載のカラー偏光子において、前記リターダが、多次数全波長リターダであることを特徴とするカラー偏光子。

14. 請求項9に記載のカラー偏光子において、 N が、2と4を含めてその間であることを特徴とするカラー偏光子。

15. 請求項1に記載のカラー偏光子において、前記リターダが、同一のリターダンスを有することを特徴とするカラー偏光子。

16. 請求項1に記載のカラー偏光子において、前記リターダの数、前記リターダのリターダンスおよび配向が、分割素子設計に基づくことを特徴とするカラー偏光子。

17. 請求項16に記載のカラー偏光子において、 $N=3$ であることを特徴とするカラー偏光子。

18. 請求項17に記載のカラー偏光子において、第1のリターダが、 $\pm \pi / 4$ の配向を有し、第2のリターダが、0または $\pi / 2$ の配向を有し、および第3のリターダが、 $\pm \pi / 4$ の配向を有することを特徴とするカラー偏光子。

19. 請求項18に記載のカラー偏光子において、前記第1のリターダが、前記第3のリターダに対して直交して配向していることを特徴とするカラー偏光子。

20. 請求項19に記載のカラー偏光子において、前記第1のリターダが、 Γ_1

$+\pi/2$ のリターダンス、前記第2のリターダが、 $\Gamma_2+\pi$ のリターダンス、および前記第3のリターダが、 $\Gamma_1+\pi/2$ のリターダンスを有し、 Γ_1 は、およそ Γ_2 に等しいことを特徴とするカラー偏光子。

21. 請求項19に記載のカラー偏光子において、前記第1のリターダが、 $\Gamma_1+\pi/2$ のリターダンス、前記第2のリターダが、 $\Gamma_2+\pi$ のリターダンス、および前記第3のリターダが、 $\Gamma_1+\pi/2$ のリターダンスを有し、 $0 < |\Gamma_1 - \Gamma_2| < \pi/4$ であることを特徴とするカラー偏光子。

22. 請求項18に記載のカラー偏光子において、前記第1のリターダが、前記第3のリターダに対して平行に配向していることを特徴とするカラー偏光子。

23. 請求項22に記載のカラー偏光子において、前記第1のリターダが、 $\Gamma_1+\pi/2$ のリターダンス、前記第2のリターダが、 Γ_2 のリターダンス、および前記第3のリターダが、 $\Gamma_1+\pi/2$ のリターダンスを有し、 Γ_1 は、およそ Γ_2 と等しいことを特徴とするカラー偏光子。

24. 請求項22に記載のカラー偏光子において、前記第1のリターダが、 $\Gamma_1+\pi/2$ のリターダンス、前記第2のリターダが、 Γ_2 のリターダンス、前記第3のリターダが、 $\Gamma_1+\pi/2$ のリターダンスを有し、 $0 < |\Gamma_1 - \Gamma_2| < \pi/4$ であることを特徴とするカラー偏光子。

25. 請求項1に記載のカラー偏光子において、前記リターダの数、前記リターダのリターダンスおよび配向が、二重分割素子設計に基づくことを特徴とするカラー偏光子。

26. 請求項25に記載のカラー偏光子において、 $N=5$ であることを特徴とするカラー偏光子。

27. 請求項26に記載のカラー偏光子において、第1のリターダが、 $\pm\pi/4$ の配向を有し、第2のリターダが、0または $\pi/2$ の配向を有し、第3のリターダが、 $\pm\pi/4$ の配向を有し、第4リターダが、0または $\pi/2$ の配向を有し、および第5のリターダが、 $\pm\pi/4$ の配向を有することを特徴とするカラー偏光子。

28. 請求項27に記載のカラー偏光子において、前記第1のリターダが、前記

第4のリターダに対して直交して配向し、前記第2のリターダが、前記第4のリターダに対して直交して配向していることを特徴とするカラー偏光子。

29. 請求項28に記載のカラー偏光子において、前記第1および第5のリターダが、それぞれ $\Gamma_1/2 + \pi/2$ のリターダンスを有し、前記2および前記第4の

リターダが、それぞれ $\Gamma_1 + \pi/2$ のリターダンスを有し、前記第3のリターダが、 $\Gamma_2 + \pi$ のリターダンスを有し、 $0 < |\Gamma_1 - \Gamma_2| < \pi/8$ であることを特徴とするカラー偏光子。

30. 請求項1に記載のカラー偏光子において、前記第1の加法混合原色スペクトルの極大での非偏光の光のスループットが、35%より大きいことを特徴とするカラー偏光子。

31. 請求項30に記載のカラー偏光子において、前記スループットが、40%より大きいことを特徴とするカラー偏光子。

32. 請求項1に記載のカラー偏光子を具備し、さらに前記カラー偏光子に連続して配置された阻止フィルタを具備することを特徴とするカラー偏光子。

33. 請求項32に記載のカラー偏光子において、前記阻止フィルタが、第2の加法混合原色スペクトルを阻止し、前記第2の加法混合原色スペクトルは、第3の加法混合原色スペクトルと組み合わせられて前記第1の減法混合の原色スペクトルを構成し、これにより、前記第1の加法混合原色スペクトルが、前記第1の偏光軸に沿って透過され、前記第3の加法混合原色スペクトルが、前記第2の偏光軸に沿って透過されることを特徴とするカラー偏光子。

34. 請求項1に記載のカラー偏光子において、前記第1の直線偏光子が、多色のカラー偏光子であることを特徴とするカラー偏光子。

35. 請求項1に記載のカラー偏光子を具備し、さらに、前記第1のリターダスタックの前記第1の直線偏光子とは反対側に配置される第1の偏光セパレータを具備することを特徴とするカラーフィルタ。

36. 請求項35に記載のカラーフィルタにおいて、前記第1の偏光セパレータ

が、前記第1の偏光軸に沿って偏光し且つ前記第1の加法混合スペクトルを有す

る第1のビームを、前記第2の偏光軸に沿って偏光し且つ前記第1の減法混合原色スペクトルを有する第2のビームから分離する、偏光ビームスプリッタであることを特徴とするカラーフィルタ。

37. 請求項36に記載のカラーフィルタにおいて、さらに、前記第2のビームを受けるために配置された第2のリターダスタックを具備し、前記第2のリターダスタックが、2つまたはそれ以上のリターダを有し、前記リターダの数、前記リターダのリターダンスおよび配向が、第2の加法混合原色スペクトルを第1の偏光軸に沿って透過され且つ第3の加法混合原色スペクトルが第2の直交する偏光軸に沿って透過されるようになっており、前記第3の加法混合原色スペクトルと組み合わせた前記第2の加法混合原色スペクトルが前記第1の減法混合原色スペクトルを有することを特徴とするカラーフィルタ。

38. 請求項37に記載のカラーフィルタにおいて、さらに、前記第2のリターダスタックの前記第1の偏光セパレータから反対側に配置された第2の偏光セパレータを具備することを特徴とするカラーフィルタ。

39. 請求項38に記載のカラーフィルタにおいて、前記第2の偏光セパレータが、偏光ビームスプリッタであることを特徴とするカラーフィルタ。

40. 請求項37に記載のカラーフィルタにおいて、前記第1の偏光セパレータが、前記第1の偏光軸に沿って変更され且つ前記第1の加法混合原色スペクトルを有する光の透過と、前記第2の偏光軸に沿って偏光され且つ前記第1の減法混合の原色スペクトルを有する光の透過との間のスイッチングを行うスイッチャブル偏光子であることを特徴とするカラーフィルタ。

41. 請求項40に記載のカラーフィルタにおいて、前記スイッチャブル偏光子が、0または $\pi/2$ で配向した第2の直線偏光子と、前記第1のリターダスタック

および前記第2の直線偏光子の間に配置された第1の偏光スイッチとを具備することを特徴とするカラーフィルタ。

42. 請求項41に記載のカラーフィルタにおいて、前記第2の直線偏光子が、多色カラー偏光子であることを特徴とするカラーフィルタ。

43. 請求項42に記載のカラーフィルタにおいて、前記多色カラー偏光子が、

前記第1の加法混合原色スペクトルおよび第2の加法混合スペクトルの光を偏光するが、第3の加法混合原色スペクトルの光は偏光せず、前記第3の加法混合原色スペクトルと組み合わせた前記2の加法混合原色スペクトルが、前記第1の減法混合原色スペクトルを有することを特徴とするカラーフィルタ。

44. 請求項41に記載のカラーフィルタにおいて、前記第1の偏光スイッチが、ネマティック液晶セルを有することを特徴とするカラーフィルタ。

45. 請求項44に記載のカラーフィルタにおいて、前記ネマティック液晶セルが、均質のネマティックセル、 π セル、ツイストネマティックセル、およびスーパーツイストネマティックセルからなる群から選択されることを特徴とするカラーフィルタ。

46. 請求項44に記載のカラーフィルタにおいて、前記第1の偏光スイッチが、2つのネマティック液晶セルを有することを特徴とするカラーフィルタ。

47. 請求項41に記載のカラーフィルタにおいて、前記第1の偏光スイッチが、スメクティック液晶セルを有することを特徴とするカラーフィルタ。

48. 請求項47に記載のカラーフィルタにおいて、前記スメクティック液晶セルが、均一に整列した $S m C^*$ 、均一に整列した $S m A^*$ 、表面安定化強誘電体、歪らせん強誘電体、非強誘電体およびアキラル強誘電体のスメクティック液

晶セルからなる群から選択されることを特徴とするカラーフィルタ。

49. 請求項47記載のカラーフィルタにおいて、前記スメクティック液晶セルが、0または $\pi/2$ の第1の配向と $\pm\pi/4$ の配向との間を切替可能な配向を有する、 $S m C^*$ 半波長リターダであることを特徴とするカラーフィルタ。

50. 請求項47に記載のカラーフィルタにおいて、前記第1の偏光スイッチが、色消し複合半波長リターダを具備し、前記色消しリターダが、0または $\pi/2$ の第1の配向、および $\pm\pi/4$ の配向との間を切替可能な複合配向を有することを特徴とするカラーフィルタ。

51. 請求項50に記載のカラーフィルタにおいて、前記色消しリターダが、 $\pi/12$ に配向した第1の受動半波長リターダ、 $\pi/12$ に配向した第2の受動半波長リターダ、および前記第1および第2の受動リターダの間に配置された液晶

半波長リターダを具備し、 $5\pi/12$ および $8\pi/12$ の間で切替可能な配向を有することを特徴とするカラーフィルタ。

52. 請求項51に記載のカラーフィルタにおいて、前記液晶半波長リターダが、均一に配列したSmC*半波長リターダであることを特徴とするカラーフィルタ。

53. 請求項41に記載のカラーフィルタにおいて、さらに、0または $\pi/2$ で配向し且つ前記第2の直線偏光子の前記第1のリターダスタックに対する反対側に配置された第3の直線偏光子と、2つまたはそれ以上のリターダを有し且つ前記第2および第3の直線偏光子の間に配置された第2のリターダスタックと、前記第2および第3の直線偏光子の間に配置された第2の偏光スイッチとを具備することを特徴とするカラーフィルタ。

54. 請求項53に記載のカラーフィルタにおいて、前記第2のリターダスタック

ク柱の前記リターダの数、当該リターダのリターダンスおよび配向が、前記カラーフィルタが赤、緑、青およびオフ状態の透過スペクトルの間で切替え可能であるようになっていることを特徴とするカラーフィルタ。

55. 請求項54に記載のカラーフィルタにおいて、前記第1および第2の偏光スイッチがそれぞれ、色消し複合半波長リターダを有し、前記色消しリターダが、0または $\pi/2$ の第1の配向と $\pm\pi/4$ の第2の配向との間を切替え可能な複合配向を有することを特徴とするカラーフィルタ。

56. 請求項55に記載のカラーフィルタにおいて、前記色消しリターダはそれぞれ、 $\pi/12$ に配向した第1の受動半波長リターダと、 $\pi/12$ に配向した第2の受動半波長リターダと、前記第1および第2のリターダの間に配置され且つ $5\pi/12$ および $8\pi/12$ の間を切替え可能な配向を有するを液晶半波長リターダとを具備することを特徴とするカラーフィルタ。

57. 請求項40に記載のカラーフィルタを具備し、さらに、前記カラーフィルタに連続するモノクロームディスプレイを有することを特徴とするカラーディスプレイ。

58. 請求項54に記載のカラーフィルタを具備し、さらに、前記カラーフィル

タに連続するモノクロームディスプレイを有することを特徴とするカラーディスプレイ。

59. 請求項58に記載のカラーディスプレイにおいて、前記モノクロームディスプレイが、電子放射ディスプレイであることを特徴とするカラーディスプレイ。

60. 請求項59に記載のカラーディスプレイにおいて、前記電子放射ディスプレイが、CRT、FEDおよびAMELディスプレイからなる群から選択されることを特徴とするカラーディスプレイ。

61. 請求項58に記載のカラーディスプレイにおいて、前記モノクロームディスプレイが、変調ディスプレイであることを特徴とするカラーディスプレイ。

62. 請求項61に記載のカラーディスプレイにおいて、前記変調ディスプレイが、液晶アナログまたはバイナリシャッタのマルチピクセルアレイを有することを特徴とするカラーディスプレイ。

63. 請求項58に記載のカラーディスプレイは、請求項54のカラーフィルタのマルチピクセルアレイを有することを特徴とするカラーディスプレイ。

64. 請求項61に記載のカラーディスプレイにおいて、前記変調ディスプレイが、デジタルミラーデバイスのマルチピクセルアレイを有することを特徴とするカラーディスプレイ。

65. 請求項58に記載のカラーディスプレイが、さらに、前記カラーフィルタのフィールドシーケンシャルスイッチングを行う電子スイッチング手段を有することを特徴とするカラーディスプレイ。

66. 請求項54に記載のカラーフィルタを具備し、さらに、前記カラーフィルタに連続するレシーバを有することを特徴とするデジタルカメラ。

67. 請求項66に記載のデジタルカメラにおいて、さらに、前記カラーフィルタのフィールドシーケンシャルスイッチングのための電子スイッチング手段を有することを特徴とするデジタルカメラ。

68. 請求項66に記載のデジタルカメラにおいて、前記レシーバが、多重素子検出器であることを特徴とするデジタルカメラ。

69. 第3の加法混合原色の多色カラー偏光子と；

2つまたはそれ以上のリターダを有し且つ前記偏光子に連続して配置される第1のリターダスタックとを具備し、

前記リターダの数 N 、前記リターダのリターダンスおよび配向は、前記第3の加法混合原色スペクトルと同様に第1の加法混合原色スペクトルが、第1の偏光軸に沿って透過され且つ前記第3減法混合原色スペクトルと同様に補色の第1の減法混合原色スペクトルが第2の直交する偏光軸に沿って透過されるようになっていることを特徴とするカラー偏光子。

70. 以下のステップからなるプロセスで作製されたカラー偏光子であって、前記プロセスは、

前記カラー偏光子のため、所望の透過スペクトルプロファイルを特定するステップで、前記スペクトルが第1の偏光軸に沿った加法混合原色および第2の直交する軸に沿った補色の減法混合原色を有するステップと；

フーリエ級数により前記プロファイルを近似するステップと；

前記級数をアポダイズするステップと；

アポダイズ級数を提供するリターダスタックを決定するためネットワーク合成を使用するステップと；

直線偏光子および前記リターダスタックを連続して結合することにより前記カラー偏光子を組み立てるステップと；

を具備することを特徴とするカラー偏光子。

71. 請求項70に記載のカラー偏光子において、前記所望のプロファイルが、方形波であることを特徴とするカラー偏光子。

72. 請求項70に記載のカラー偏光子において、前記アポダイズのステップが、テーパウィンドウ関数による前記フーリエ級数を積算するステップを有することを特徴とするカラー偏光子。

【発明の詳細な説明】

カラー偏光子

発明の分野

本発明は、積層リターデーションフィルム(stack of retardation films)と組み合わせた偏光子からなるカラー偏光子、およびそれらの液晶スイッチャブルカラーフィルタおよび高彩度且つ高スループットのカラーディスプレイへの使用に関する。

発明の背景

スイッチ偏光フィルタ

液晶カラースイッチングフィルタは、基本的に2種類に分類される。すなわち、偏光干渉フィルタ(polarization interference filters: P I F s)およびスイッチ偏光フィルタ(switched-polarizer-filters: S P F s)である。S P Fの基本的な構成単位は、カラー偏光子および二状態中性偏光スイッチからなるステージである。このクラスは、本質的にバイナリチューナブル(binary tunable)であり、その結果、各フィルタステージは二色間でのスイッチングが許容される。ステージは、付加的出力色を供給するために多段になっている(cascaded)。S P F sに使用されるカラー偏光子は、中性直線偏光子上の単一リターデーションフィルム(single retardation films)と、多色カラー偏光フィルタとを具備する。偏光スイッチは、静的検光子(static polarization analyzer)より先行している液晶(LC)偏光スイッチとすることができる。スイッチは、最適には、中性偏光スイッチングを具備する。能動素子(active element)の色性(chromatic nature)は、性能を低下するので、理想的にはS P F内に隠される。

単一のリターダ(retarder)に後続された中性偏光子からなるカラー偏光子の基づいたシャッタ類は、当業界でよく報告されている(例えば、ヒルサム(Hilsum)への米国特許第4,003,081号、シェフアー(Scheffer)への米国特許第4,091,808号、およびシャンクス(Shanks)への米国特許第4,232,948号)。偏光子/リターダ(波長板)構造は、偏光子を90°回転することにより二色の異なる色相を得ることができるという認識による補色カラー偏光子として開示されている以上

は、この種のカラー偏光子のSPFへの使用は、純色をもたらすことにはならない。

多色カラー偏光子に基づいたシャッタ類もまた、よく報告されている（例えば、ボス(Bos)への米国特許第4,582,396号、プラマー(Plummer)への米国特許第4,416,514号、ヴァトン(Vatne)への米国特許第4,758,818号、およびハンドシー(Handschy)への米国特許第5,347,378号）。多色カラー偏光子は、特定の波長バンドでの直線偏光子として機能するフィルムである。これらは、長鎖の多色色素(pleochroic dyes)を有するポリマを添加することにより形成される。一軸に沿って偏光した入射白色光は完全に透過させるが、直交軸に沿って入射すると選択的に吸収する。例えば、シアンカラー偏光子は、一軸に沿って赤を吸収することにより直線偏光子として機能する。各軸に沿って原色（加法混色または減法混色の何れでも透過するカラー偏光子は、交差した軸を有する二つのフィルムからなる複合体として形成することができる。色は、典型的には、スイッチャブル偏光子に結合した対向する補色（例えば、赤／シアン）偏光子を用いることにより選択される。フルカラー装置は、五枚の偏光フィルム（一枚は中性）、および二つのスイッチ手段から構成することができる。得られた構造は、全体に亘らない不完全なピーク透過性を示す。

偏光干渉フィルタ

最も単純なPIFsは、単光軸材料が直交方向に偏光した電界素子(field component)との間に位相ずれ（移相）を引き起こす、二ビーム干渉計(interferometer)である。色は、これらの構成部品を検光子で干渉することによ

り得られる。カラースイッチは、アーム間の位相ずれを変化することにより実現することができる。最も基本的なカラースイッチは、中性偏光子間に単一可変リターディング手段(single variable retarding means)を具備する。単一状態装置も、可変複屈折装置と共に受動的バイアスリターダに組み込むことができる。しかしながら、これらの単一状態PIFsは、原色を提供することができない。

PIFsは、しばしば、ライオット(Lyot)構造の多段フィルタユニット(cascaded filter units)を具備し、それぞれがフィルタ作用を果たして改善された選

択性を実現する。検光子が各相のリターダ間に必要であり、透過性を低下する。適切な彩度(color saturation)が得られるが、多段の複屈折フィルタは、定義上必然的に、カラー偏光子として機能することはできない。これは極めて単純である。というのは、カラー偏光子は、内部の偏光子が許容しない直交する偏光の両方を透過しなければならないからである。

チューニングは、通過帯域をシフトするためにリターダンス（位相遅れ：retardance）間の特定の関係を保持したまま、各状態の能動素子のリターダンスを変えることにより実現できる。PIFsは、通過スペクトルをシフトするための可変リターダとしてLC素子を用いる。SPFとは異なり、能動素子の色度のみが条件に合わないだけだから、設計の必須の側面となる。PIF設計において、検光子は静的構成要素で、チューニングはフィルタ素子のリターダンスを変化することにより実現する。多段能動状態が用いられる場合、リターダンスは、典型的には、基本的な設計を維持したまま、通過帯域をシフトするために、調和して変化される。可変複屈折PIFsは調整でき、全ての波長でピーク透過性を提供することができる。これとは反対に、SPFsは、調整可能なカラーを提供しない。

ソルク(Solc)フィルタ (Solc(1965)、J.Opt.Soc.Am.55:621) は、内部偏光子を完全に除去して、多段の同一相リターダを用いた高フィネススペクトルを備える。ソルク(Solc)フィルタは、より広帯域クラスのフィルタの特定の例である。この概念において、ハリスら(Harris et al.) (Harris et al.(1964)、J.Opt.Soc.Am.54:1267) は、いかなる有限インパルス応答(finite impulse response:FIR)フィルタの透過関数も、基本的には、正確に配向された理想的な

リターデーションプレートの積層を用いて生み出すことができることを示した。多数の研究員は、FIRフィルタ設計を生成するために、標準的な信号処理法に加えてネットワーク合成技術を用いた。これらの設計は、広い通過帯域に対して高解像度に焦点を合わせたものであった。調整可能という場合は、全てのリターダンスが調和して変化することが必要である。

本発明のカラー偏光子は、偏光干渉フィルタ技術の設計原理を多少使用しているが、スイッチ偏光フィルタ構造に用いるための構成部品である。従来技術のP

I F装置は、基本的な設計を維持しながら、フィルタの設計波長を効果的にシフトするために完全に能動的なリターダスタックが必要である。これに対し、本発明のカラー偏光子は、受動リターダスタックを用い、逆に検光子の効果的な回転を用いることにより、S P Fのように、特定の固定のスペクトルプロファイルを発生させる。

発明の要約

本発明は、単一の中性偏光フィルムと、それに続く2またはそれ以上のレターデーションフィルムのスタックとを具備する。この技術を、「偏光子・リターダ・スタック」(P R S)と称する。リターダスタック中に一より多いリターダの使用は、フィルタインパルス応答のスパンが増大し、リターダ配向はパルス(impulse)の振幅を調整するために選択される。好適な実施例において、本発明のカラー偏光子は、直角に偏光した補色原色(赤/シアン、緑/マゼンダ、または青/黄色)を生成する。本発明のカラー偏光子は、ブロッキングフィルタと組み合わせて、二つの直角に偏光した加法混合原色を生成する。同様に、多色性カラー偏光子がP R Sの後に続く場合には、二つの直角に偏光した加法混合原色を生成することができる。この代わりの構造では、中性偏光子の代わりの多色性カラー偏光子を用いることができ、カラー偏光子は、非偏光加法混合原色と結合した二つの直角に偏光した加法混合原色を生成し、二つの減法加法原色の出現を与える。本発明のカラーフィルタは、白黒のディスプレイとの組み合わせでカラーディスプレイを提供する。本発明のカラーフィルタは、カメラまたは電子受信ア

レイとの組み合わせで、カラーカメラ、デジタルフォトグラフィおよび電子多スペクトル画像を提供する。

本発明は、さらに、カラーフィルタを具備する。カラーフィルタは、本発明のカラー偏光子を偏光セパレータと共同して利用し、直交に偏光したカラーを分離する。偏光セパレータは、偏光ビームスプリッタなどの受動(パッシブ)でもよく、スイッチャブル偏光子などの能動(アクティブ)でもよい。偏光スイッチは、ネマチックまたはスメスチック液晶を用いることができる。固定偏光子は、多色性カラー偏光子とすることができ、一つの加法混合原色は、非偏光で透過され

る。本発明の二つのカラーフィルタは、多段として(cascaded)、オフ状態の三つのカラー(RGB)フィルタを具備することができる。

また、本発明の目的は、飽和加法混合原色を提供することにある、これは、一般的には、従来技術の単一リターダカラー偏光子を用いて生成される。飽和色という語句は、人間の目に単一色を表す色をいう。飽和色偏光子の設計は、ネットワーク合成技術を用いて実行することができる。この技術は、インパルス応答を介して所定のスペクトルから逆に働いて、適切なリターダスタック設計を計算する。各構成部品の数、配向、リターダンスの適切な選択により、カラー偏光子設計が特定され、それは、一軸に沿って一つの加法混合原色帯域の実質的に全てを透過し、直交する軸に沿って補色減法混合原色帯域の実質的に全てを透過する。減法混合原色帯域という語句は、加法混合原色帯域の逆をいう。

本発明のカラー偏光子設計は、多色性色素または単一リターデーションフィルムカラー偏光子では達成できない任意に狭い遷移帯域幅を提供する。さらに、有限インパルス応答(finite-impulse-response: FIR)フィルタ設計を用いて合成された特別のプロフィルは、透過帯域波形(pass-band ripple)を制御できる透過帯域の多重透過極大、および阻止帯域(stop-band)の多重ゼロを許容する。

さらに本発明の目的は、高光効率(light efficiency)を有する補色偏光子を提供することにある。これは、単一の高効率偏光フィルムおよびこれに続くほぼ損失のない高分子リターダフィルムのみを用いることにより実現される。従来技術の多色性色素補色カラー偏光子は、二枚の偏光フィルムを必要とする。本発明では、単にリターデーション調整によって、各原色帯域の中に光源発光(source emissions)と同時に、透過率極大を配置することができる。この代わりに、全ての原色帯域に及ぶ広範な透過帯域(bandpass)を透過する、全ての目的のPRS設計を生成することができる。

さらに、本発明の目的は、簡単に製造でき、容易に入手できる材料を用いて作製することができる高性能カラー偏光子構造を提供することにある。第1に、これは、スタックを構成するフィルム数を最低限にしつつ、飽和色を与える設計を用いることにより達成できる。第2に、本発明のカラー偏光子は、フラットパ

る。本発明の二つのカラーフィルタは、多段として(cascaded)、オフ状態の三つのカラー(RGB)フィルタを具備することができる。

また、本発明の目的は、飽和加法混合原色を提供することにある、これは、一般的には、従来技術の単一リターダカラー偏光子を用いて生成される。飽和色という語句は、人間の目に単一色を表す色をいう。飽和色偏光子の設計は、ネットワーク合成技術を用いて実行することができる。この技術は、インパルス応答を介して所定のスペクトルから逆に働いて、適切なリターダスタック設計を計算する。各構成部品の数、配向、リターダンスの適切な選択により、カラー偏光子設計が特定され、それは、一軸に沿って一つの加法混合原色帯域の実質的に全てを透過し、直交する軸に沿って補色減法混合原色帯域の実質的に全てを透過する。減法混合原色帯域という語句は、加法混合原色帯域の逆をいう。

本発明のカラー偏光子設計は、多色性色素または単一リターデーションフィルムカラー偏光子では達成できない任意に狭い遷移帯域幅を提供する。さらに、有限インパルス応答(finite-impulse-response: FIR)フィルタ設計を用いて合成された特別のプロフィルは、透過帯域波形(pass-band ripple)を制御できる透過帯域の多重透過極大、および阻止帯域(stop-band)の多重ゼロを許容する。

さらに本発明の目的は、高光効率(light efficiency)を有する補色偏光子を提供することにある。これは、単一の高効率偏光フィルムおよびこれに続くほぼ損失のない高分子リターダフィルムのみを用いることにより実現される。従来技術の多色性色素補色カラー偏光子は、二枚の偏光フィルムを必要とする。本発明では、単にリターデーション調整によって、各原色帯域の中に光源発光(source emissions)と同時に、透過率極大を配置することができる。この代わりに、全ての原色帯域に及ぶ広範な透過帯域(bandpass)を透過する、全ての目的のPRS設計を生成することができる。

さらに、本発明の目的は、簡単に製造でき、容易に入手できる材料を用いて作製することができる高性能カラー偏光子構造を提供することにある。第1に、これは、スタックを構成するフィルム数を最低限にしつつ、飽和色を与える設計を用いることにより達成できる。第2に、本発明のカラー偏光子は、フラットパ